

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ :

G01S 3/00

A2

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/43106

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum:

1. Oktober 1998 (01.10.98)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00878

(22) Internationales Anmeldedatum: 25. März 1998 (25.03.98)

(30) Prioritätsdaten:
197 12 549.2 25. März 1997 (25.03.97) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2,
D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BAIER, Paul, Walter
[DE/DE]; Burgunderstrasse 6, D-67661 Kaiserslautern
(DE). BLANZ, Josef [DE/DE]; Hörnchenstrasse 28,
D-66862 Kindsbach (DE). HAARDT, Martin [DE/DE];
Wengleinstrasse 3, D-81477 München (DE). SCHMALEN-
BERGER, Ralph [DE/DE]; Kantstrasse 66, D-67653
Kaiserslautern (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, CN, ID, JP, KR, MX, RU,
SG, TR, US, VN, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

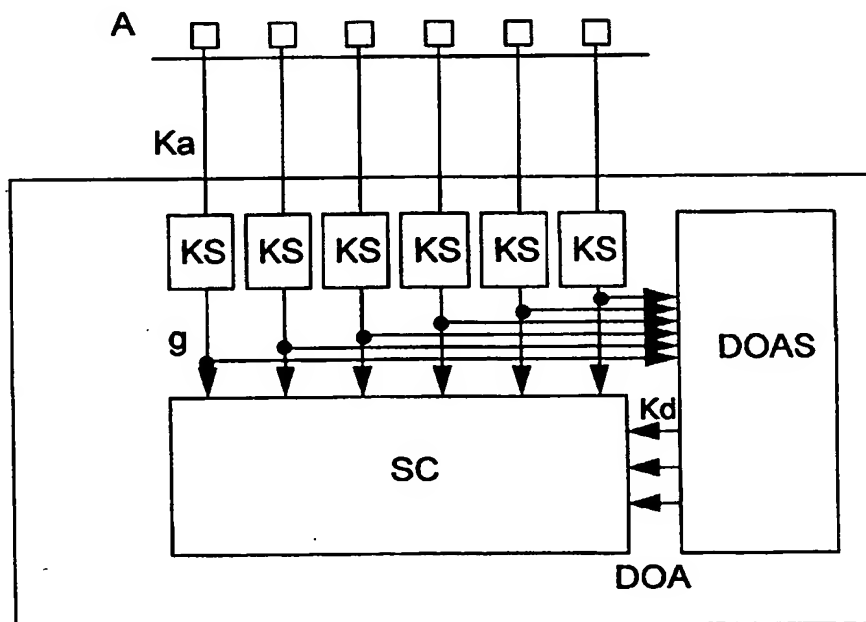
Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: METHOD FOR EVALUATING DIRECTION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM RICHTUNGSSCHÄTZEN

(57) Abstract

The invention relates to a method for evaluating the direction of partial waves of at least one subscriber signal, wherein a plurality Ka receiver sensors are allocated to a receiver. Ka receive signals are picked up by the receiver sensors. Said signals are made up by at least a subscriber signal characterized by fine structure for each individual transmitter, wherein a k subscriber signal ($k=1..K$) is transmitted by partial waves with differing directions at the receiving point. Channel pulse responses allocated to the Ka receiver sensors are determined from the receive signals, and the direction of incidence of at least one partial wave is determined from the channel pulse responses. The inventive method can be used to advantageous effect in mobile telephone, radar, sonar or seismic measuring systems.



(57) Zusammenfassung

Für das erfindungsgemäße Verfahren zum Richtungsschätzen von Teilwellen zumindest eines Teilnehmersignals ist einer Empfangseinrichtung eine Anzahl K_a Empfangssensoren zugeordnet. Über die Empfangssensoren werden K_a Empfangssignale empfangen, die sich aus mindestens einem durch eine senderindividuelle Feinstruktur geprägten Teilnehmersignal zusammensetzen, wobei ein k -tes Teilnehmersignal, $k=1..K$, durch K_d sich in ihrer Einfallsrichtung am Empfangsort unterscheidenden Teilwellen übertragen wird. Aus den Empfangssignalen werden den K_a Empfangssensoren zugeordnete Kanalimpulsantworten bestimmt und aus den Kanalimpulsantworten die Einfallsrichtung von zumindest einer Teilwelle ermittelt. Das Verfahren kann vorteilhafterweise in Mobilfunk-, Radar-, Sonar- oder seismischen Meßsystem eingesetzt werden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Verfahren zum Richtungsschätzen

- 5 Die Erfindung betrifft Verfahren zum Richtungsschätzen von Teilwellen eines Empfangssignals, beispielsweise in Basisstationen für Mobilfunknetze oder in Anwendungen für Radar- oder Sonarsysteme bzw. für seismische Meßsysteme..
- 10 Ein oder mehrere Teilnehmersignale können durch Senden von einem oder mehreren Kommunikationsteilnehmern zu einer gemeinsamen Empfangsstation, durch Senden von einem oder mehreren Sendern mit sich überlagernden Meßsignalen oder durch Reflexionen eines Meßsignals an Hindernissen oder
- 15 Gesteinsschichten hervorgerufen werden.

Aus R.Roy und T.Kailath, "ESPRIT - Estimation of signal parameters via rotational invariance techniques", IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing, vol. ASSP-37, pp.984-995,

20 Juli 1989 sind Verfahren zu Bestimmen der Einfallsrichtungen verschiedener Signale bekannt. Z.B. ein aus DE 195 11 752 bekanntes Richtungsschätzverfahren nach dem UNITARY-ESPRIT-Verfahren führt die Richtungsbestimmung von Teilwellen direkt aus den Empfangssignalen durch.

25 Beispielhaft wird im weiteren die Anwendung der Richtungs-schätzung im Mobilfunk diskutiert.

Der Richtungsschätzung erschließt sich mit dem Mobilfunk oder mobilfunkähnlichen Verfahren ein neues Anwendungsgebiet. Signale unterliegen bei ihrer Ausbreitung in einem Ausbreitungsmedium Störungen durch Rauschen. Durch Beugungen und Reflexionen durchlaufen Signalkomponenten verschiedene Ausbreitungswege und überlagern sich beim Empfänger und führen dort zu

30 Auslöschungseffekten. Zum weiteren kommt es bei mehreren Signalquellen zu Überlagerungen dieser Signale. Frequenzmultiplex (FDMA), Zeitlagenmultiplex (TDMA) oder ein als

35

Codemultiplex (CDMA) bekanntes Verfahren dienen der Unterscheidung der Signalquellen und damit zur Auswertung der Signale.

5. Wird beispielsweise ein CDMA-Verfahren zur Teilnehmerseparierung eingesetzt, dann können in einem Frequenzkanal gleichzeitig mehrere Teilnehmersignale übertragen und beim Empfänger separiert werden.
- 10 Aus P.Jung, J.Blanz, „Joint detection with coherent receiver antenna diversity in CDMA mobile radio systems“, IEEE Transactions on Vehicular Technology, Bd. VT-44, 1995, S.76-88, sind mathematische Beschreibungen, die Funktionsweise und die Struktur von CDMA (Code Division Multiple Access)-Funküber-
- 15 tragungssystemen bekannt. Beim Einsatz solcher Systeme in der Mobilkommunikation besteht eine Funkschnittstelle zwischen ortsfesten Basisstationen und beweglichen Mobilstationen. Die Übertragungsstrecke von einer Basisstation zu einer Mobilstation wird als Abwärtsstrecke und die Übertragungsstrecke
- 20 von einer Mobilstation zu einer Basisstation wird als Aufwärtsstrecke bezeichnet.

- In P.Jung, J.Blanz, „Joint detection with coherent receiver antenna diversity in CDMA mobile radio systems“, IEEE Transactions on Vehicular Technology, Bd. VT-44, 1995, S.76-88,
- 25 wird weiterhin gezeigt, daß die Übertragungsqualität in solchen Funkübertragungssystemen dadurch verbessert werden kann, daß anstelle eines einzigen Empfangssensors eine Anordnung mit mehreren Empfangssensoren verwendet werden kann.
- 30 Entsprechend der Terminologie obengenannter Druckschriften bezeichnet man mit K die Anzahl der von einer Basisstation gleichzeitig im selben Frequenzkanal übertragenen Teilnehmersignale, z.B. von versorgten Mobilstationen. K_a bezeichnet die Anzahl der Empfangssensoren, die einer Empfangseinrichtung, beispielsweise der Basisstation, zugeordnet sind. In
- 35 einem solchen Szenario bestehen folglich in der Aufwärtsstrecke $K \cdot K_a$ Funkkanäle zwischen den K Mobilstationen und den

Ka Empfangssensoren der Basisstation. Jeder dieser Funkkanäle ist durch ein zeitdiskretes Basisbandäquivalent seiner Kanalimpulsantwort $g^{(k)(ka)}$ mit $k=1..K$, $ka=1..Ka$, charakterisiert. Diese Kanalimpulsantworten $g^{(k)(ka)}$ werden bei der
5 Datendetektion zur Kanalmodellierung benutzt. Aussagen über die Einfallsrichtungen von Teilwellen sind bei diesem Verfahren nicht vorgesehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes
10 Verfahren zur Richtungsschätzung anzugeben, daß mit geringem Berechnungsaufwand eine Reduzierung des Einflusses von Störsignalen auf die Richtungsschätzung leistet. Diese Aufgabe wird durch das Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind den
15 Unteransprüchen zu entnehmen.

Für das erfindungsgemäße Verfahren zum Richtungsschätzen von Teilwellen zumindest eines Teilnehmersignals ist einer Empfangseinrichtung eine Anzahl Ka Empfangssensoren zugeordnet.
20 Über die Empfangssensoren werden Ka Empfangssignale empfangen, die von mindestens einem durch eine senderindividuelle Feinstruktur geprägten Teilnehmersignal herrühren, wobei ein k-tes Teilnehmersignal, $k=1..K$, durch K_d sich in ihrer Einfallsrichtung am Empfangsort unterscheidenden Teil-
25 wellen übertragen wird. Aus den Empfangssignalen werden den Ka Empfangssensoren zugeordnete Kanalimpulsantworten bestimmt und aus den Kanalimpulsantworten die Einfallsrichtung von zumindest einer Teilwelle ermittelt.

30 Die Genauigkeit der Richtungsschätzung ist damit verbessert, da die Kanalimpulsantworten als Rohinformationen für die Richtungsschätzung die Charakteristika der Kanäle bereits berücksichtigen. Zur Kanalschätzung kann in der Empfangseinrichtung auf Wissen über das empfangene Signal in Form der
35 senderindividuellen Feinstruktur zurückgegriffen werden. Somit ist die Richtungsschätzung genauer als mit unbekannten, noch zu detektierenden Daten.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden die Kanalimpulsantworten aus die senderindividuellen Feinstrukturen bildenden Trainingssequenzen der Teilnehmersignale bestimmt. Solche Trainingssequenzen sind aus dem Mobilfunk, z.B. als Midambles in GSM Nutzkanälen, bekannt. Diese Trainingssequenzen lassen sich auf einfache Weise für das erfindungsgemäße Verfahren nutzen. Die Implementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in Mobilfunknetze ist somit mit geringem Aufwand möglich.

Die durch die senderindividuellen Feinstrukturen separierbaren Teilnehmersignale von mehreren Sendern oder Reflektoren treffen bei der Empfangseinrichtung ein und überlagern sich zu den Empfangssignalen, wobei diese Signale gleichzeitig in einem Frequenzkanal übertragen werden. Die Feinstrukturen können vorteilhafterweise gleichzeitig zur Richtungsschätzung und zur Teilnehmerseparierung verwendet werden, falls eine Nachrichtenübertragung stattfindet. Dies bedeutet empfängerseitig eine weitere Aufwandsverringerung.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden zum Ermitteln der Einfallsrichtungen der Teilwellen zusätzlich Informationen zumindest über eine der folgenden Werte: Einfallsrichtung, Leistung, Spektrum oder eine Korrelationsmatrix von Störsignalen berücksichtigt. Je mehr Wissen über Störquellen vorliegt, umso besser können die Signale, für die die Einfallsrichtungen geschätzt werden sollen, ausgewertet werden. Auch durch diese Maßnahme läßt sich die Richtungsschätzung verbessern.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung sind die Teilnehmersignale durch eine Entspreizung mit individuellen Teilnehmercodes separierbar. Hiermit können die Einfallsrichtungen der Teilwellen den Teilnehmersignalen zugeordnet werden. Diese Art der Zuordnung ermöglicht die vorteilhafte Anwendung der Erfindung z.B. in Mobilfunksystemen, bei denen die Richtungs-

schätzung eine zusätzliche Information für die Datendetektion darstellt.

Vorteilhafterweise werden zum Ermitteln der Einfallsrichtung
5 hochauflösende Richtungsschätzverfahren verwendet. Beispiels-
weise ein MUSIC-Verfahren (Multiple Signal Classification)
oder ein eindimensionales oder mehrdimensionales UNITARY-
ESPRIT-Verfahren (Estimation of Signal Parameters via
Rotational Invariance Techniques) führen mit wirtschaftlichen
10 Rechenaufwand eine hochgenaue Richtungsschätzung aufbauend
auf den Kanalimpulsantworten durch. Das MUSIC- oder das
ESPRIT-Verfahren nutzen Kenntnisse der komplexen Strahlungs-
charakteristik der Empfangssensoren bzw. bestimmte geo-
metrische Voraussetzungen für die Anordnung der Empfangs-
15 sensoren, um eine genaue und mit geringem Signalverarbei-
tungsaufwand auskommende Richtungsschätzung vorzunehmen.

Zum Bestimmen der Einfallsrichtungen der Teilwellen wird nach
einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung eine Mittelung der
20 bestimmten Werte über ein Zeitintervall durchgeführt. Inner-
halb eines Zeitintervalls, das einem Vielfachen der Kohärenz-
zeit der Kanalimpulsantworten entsprechen kann, ändert sich
die Einfallsrichtung wenig. Eine Mittelung verbessert die
Richtungsschätzung, da zufällige Fehler reduziert werden. Bei
25 einer funkblockweisen Übertragung von Teilnehmersignalen in
TDMA-Systemen, kann die Mittelung für einen Funkblock oder
auch eine Vielzahl von Funkblöcken durchgeführt werden. Die
Anzahl der Funkblöcke für eine Mittelung, d.h. das Zeit-
intervall kann dabei einstellbar sein, wobei Änderungen der
30 Einfallsrichtungen eine Änderung des Zeitintervalls hervor-
rufen. Ändern sich die Kanalbedingungen schnell, beispiels-
weise bei einer Beschleunigung der Bewegung einer Mobil-
station, dann kann die Richtungsschätzung auf einen kürzeren
Zeitintervall beschränkt werden.

35

Neben den bereits erläuterten Anwendungen in Mobilfunksyste-
men sind weitere vorteilhafte Anwendungen in einem Radar-

bzw. Sonarsystem oder in einem seismischen Meßsystem vorgesehen. Bei letzteren Anwendungen kann das zumindest ein Teilnehmersignal auch in Form einer oder mehrerer reflektierter Teilwellen bei der Empfangsstation eintreffen.

5

Im folgenden wird die Erfindung anhand von zwei Ausführungsbeispielen, bei denen zum einen die Richtungsschätzung für eine Datendetektion in Mobilfunksystemen verwendet wird bzw. zum anderen ein Radarsystem eine Richtungsschätzung für einen

10 Flugkörper durchführt, bezugnehmend auf zeichnerische Darstellungen näher erläutert.

Dabei zeigen

- 15 FIG 1 ein Blockschaltdbild eines Mobilfunknetzes,
- FIG 2 ein Blockschaltdbild einer Rahmenstruktur der Funkblöcke für die Funkschnittstelle,
- 20 FIG 3 ein Blockschaltdbild einer Empfangseinrichtung mit zugeordneten Empfangssensoren,
- FIG 4 ein Blockschaltdbild eines richtungsselektiven Kanalschätzers,
- 25 FIG 5 ein Blockschaltdbild einer Detektionseinrichtung,
- FIG 6 eine schematische Darstellung eines Radarszenarios, und
- 30 FIG 7 ein Blockschaltdbild einer Empfangseinrichtung des Radarsystems.

Das erste Ausführungsbeispiel wird anhand der FIG 1 bis 5

35 erläutert.

Das in FIG 1 dargestellte Mobil-Kommunikationssystem entspricht in seiner Struktur einem bekannten GSM-Mobilfunknetz, das aus einer Vielzahl von Mobilvermittlungsstellen MSC besteht, die untereinander vernetzt sind bzw. den Zugang zu einem Festnetz PSTN herstellen. Weiterhin sind diese Mobil-
5 Vermittlungsstellen MSC mit jeweils zumindest einem Basisstationscontroller BSC verbunden. Jeder Basisstationscontroller BSC ermöglicht wiederum eine Verbindung zu zumindest einer Basisstation BS. Eine solche Basisstation BS ist
10 eine Funkstation, die über eine Funkschnittstelle eine Nachrichtenverbindung zu Mobilstationen MS aufbauen kann. In FIG 1 sind beispielhaft drei Funkverbindungen zwischen drei Mobilstationen MS und einer Basisstation BS dargestellt. Ein Operations- und Wartungszentrum OMC realisiert Kontroll- und
15 Wartungsfunktionen für das Mobilfunknetz bzw. für Teile davon. Diese Struktur ist auf andere Mobilfunknetze übertragbar, in denen die Erfindung zum Einsatz kommen kann.

Die Kommunikationsverbindungen zwischen der Basisstation BS und den Mobilstationen MS unterliegt einer Mehrwegeausbreitung, die durch Reflektionen beispielsweise an Gebäuden oder Bepflanzungen zusätzlich zum direkten Ausbreitungsweg hervorgerufen werden. Geht man von einer Bewegung der Mobilstationen MS aus, dann führt die Mehrwegeausbreitung
20 zusammen mit weiteren Störungen dazu, daß bei der empfangenden Basisstation BS sich die Signalkomponenten der verschiedenen Ausbreitungswege eines Teilnehmersignals zeitabhängig überlagern. Weiterhin wird davon ausgegangen, daß sich die Teilnehmersignale verschiedener Mobilstationen MS am Empfangsort zu einem Empfangssignal e , e_m überlagern. Aufgabe der empfangenden Basisstation BS ist es, in den Teilnehmersignalen übertragene Daten d zu detektieren und einzelnen teilnehmerindividuellen Kommunikationsverbindungen zuzuordnen.
30

35

In FIG 2 ist die Übertragung der Teilnehmersignale über die Funkschnittstelle gezeigt. Die Funkschnittstelle hat dabei

eine Frequenzmultiplex- (FDMA), eine Zeitmultiplex- (TDMA) und eine Kodemultiplex-Komponente (CDMA). Mehrere Frequenzbänder entlang der Frequenzachse f sind für das Mobilfunknetz vorgesehen. Weiterhin ist die Zeitachse t derart in ein

5 Zeitraster bestehend aus mehreren Zeitschlitten pro Zeitrahmen unterteilt, daß eine Übertragung in Funkblöcken erfolgt. Die Teilnehmersignale mehrerer Mobilstationen MS sind einer Teilnehmergruppe T_{1n1} , T_{1n2} .. T_{1n120} zugeordnet, d.h. während des Funkblockes einer Teilnehmergruppe, bei-

10 spielsweise Teilnehmergruppe T_{1n3} für die drei Mobilstationen MS der FIG 1 - im Ausführungsbeispiels also $K=3$, überlagern sich die durch unterschiedliche Teilnehmercodes bezeichneten Teilnehmersignale zu einem Empfangssignal e , e_m , das von einer Empfangseinrichtung in der Basisstation BS auszuwerten

15 ist.

Innerhalb eines Funkblockes besteht ein Teilnehmersignal aus zwei datentragenden Abschnitten mit Daten d , in deren Mitte eine teilnehmerindividuelle Trainingssequenz t_{seq1} bis t_{seqK}

20 eingebracht ist. Der Funkblock wird durch eine Schutzzeit g_p abgeschlossen. Die Teilnehmersignale unterscheiden sich durch einen Teilnehmercode c , wodurch sich innerhalb der datentragenden Abschnitte durch teilnehmerspezifische Feinstrukturen, die durch die teilnehmerspezifischen CDMA-Kodes $c^{(k)}$,

25 $k=1..K$, bestimmt sind. Durch diese im weiteren als Teilnehmercodes bezeichneten CDMA-Kodes c , die empfangsseitig bekannt sind, ist eine Separierung der Teilnehmersignale möglich.

30 In FIG 3 ist eine Empfangseinrichtung mit zugeordneten Empfangssensoren A dargestellt. Diese Empfangseinrichtung ist Teil der Basisstation BS und empfängt von den sendenden Mobilstationen MS des Mobilfunknetzes Empfangssignale e , e_m . Im weiteren wird für die Basisstation BS der Empfangsfall dargestellt, nichtsdestotrotz besteht üblicherweise eine zwei-

35 seitige Kommunikationsverbindung, d.h. die Basisstation BS weist auch ein Sendeeinrichtung auf.

- Die $K_a=4$ Empfangssensoren A bilden eine Antenneneinrichtung, die als intelligente Antenneneinrichtung ausgebildet ist, d.h. mehrere Empfangssensoren A dieser intelligenten Antenneneinrichtung empfangen zum gleichen Zeitpunkt Empfangssignale e oder em, die derartig miteinander kombiniert werden, daß die Übertragungsqualität gegenüber Systemen mit einer Empfangsantenne verbessert wird.
- 10 Aus den Empfangssignalen e, em werden z.B. durch eine Übertragung ins Basisband und darauffolgende Analog/Digitalwandlung digitale Signale erzeugt und in der Empfangseinrichtung ausgewertet.
- 15 Die Empfangseinrichtung umfaßt mehrere Kanalschätzer JCE, mehrere Richtungsschätzer DOAE, einen richtungsselektiven Kanalschätzer JDCE und eine Detektionseinrichtung JDD. Zusätzlich zu den Empfangssignalen e, em liegt in der Empfangseinrichtung ein Wissen a-priori-info über die Anzahl K der
- 20 Teilnehmer, deren Trainingssequenzen $tseq_1, \dots, tseq_K$ und deren Teilnehmerkode c vor, ggf. kann auch über Informationen zu Störsignalen verfügt werden.
- Den Kanalschätzern JCE werden die - bereits digitalisierten -
- 25 Empfangssignale em der Empfangssensoren A zugeführt. In den Kanalschätzern JCE erfolgt eine Bestimmung der nicht richtungsselektiven Kanalimpulsantworten g durch eine Gauß-Markov- oder eine Maximum-Likelihood-Schätzung. Pro Kanalschätzer JCE wird das Empfangssignal eines Empfangssensors A
- 30 ausgewertet, wobei an Ausgängen der Kanalschätzer JCE jeweils K nicht richtungsselektiven Kanalimpulsantworten g bereitgestellt werden. Die Berechnung dieser nicht richtungsselektiven Kanalimpulsantworten g erfolgt aus den Empfangssignalen $em^{(ka)}$, $ka=1..K_a$, die von den Trainingssequenzen $tseq_1$ bis
- 35 $tseq_K$ der K Teilnehmersignale herrühren.

Die nicht richtungsselektiven Kanalimpulsantworten g werden jeweils den K Richtungsschätzern DOAE zugeführt, die teilnehmerbezogen eine Richtungsschätzung basierend auf diesen nicht richtungsselektiven Kanalimpulsantworten g durchführen.

- 5 Die Anzahl der pro Teilnehmersignal bestimmten Einfallsrichtungen wird mit K_d bezeichnet. Diese Anzahl K_d kann sich von Teilnehmersignal zu Teilnehmersignal unterscheiden. Beim Bestimmen der Einfallsrichtungen (auch DOA Direction Of Arrival bezeichnet) kommt der ein- oder mehrdimensionale
- 10 UNITARY-ESPRIT-Algorithmus zum Einsatz. Die erfindungsgemäße Richtungsschätzung wird in den Richtungsschätzern DOAE durchgeführt.

- Im richtungsselektiven Kanalschätzer JDCE werden die von den
- 15 Trainingssequenzen t_{seq1} bis t_{seqK} herrührenden Empfangssignale $e^{(ka)}$ der Empfangssensoren A , und die bestimmten Einfallsrichtungen DOA der Teilwellen verarbeitet und daraus richtungsselektive Kanalimpulsantworten h bestimmt. Diese Kanalschätzung beruht auf dem Verfahren der Maximum-Likelihood-Schätzung.
- 20

- Schließlich werden die K_a Empfangssignale $e^{(ka)}$, $ka=1..K_a$, die bestimmten richtungsselektiven Kanalimpulsantworten h und die bestimmten Einfallsrichtungen DOA der Detektionseinrichtung JDD zugeführt, die zudem die Teilnehmercodes c und
- 25 zusätzliches Wissen a-priori-info über die Einfallsrichtung von Störsignalen in Form von R_n oder die geographische Position von Mobilstationen MS in Bezug auf die Basisstation BS verarbeitet.

30

- In dieser Detektionseinrichtung JDD findet basierend auf den Empfangssignalen $e^{(ka)}$, die von den datentragenden Abschnitten herrühren, die Detektion der Daten d statt. Dazu wird ein Zero-Forcing-Verfahren angewendet. Alternative vorteilhafte
- 35 Verfahren sind die Maximum-Likelihood-Schätzung oder ein MMSE-Verfahren. Im Ergebnis der Datendetektion werden die

detektierten Daten d der K Teilnehmersignale für einen Funkblock an Ausgänge der Detektionseinrichtung JDD gelegt.

Bei einer verfahrensgemäßen Betrachtung der Datendetektion wird in einem ersten Verfahrensschritt eine Kanalschätzung von Kanalimpulsantworten g ohne Berücksichtigung von Richtungsinhomogenitäten durchgeführt. In einem zweiten Schritt werden aus den bestimmten Kanalimpulsantworten g die Einfallsrichtungen DOA von einer oder mehreren Teilwellen bestimmt, worauf in einem dritten Schritt aus den Empfangssignalen unter Berücksichtigung der Einfallsrichtungen DOA richtungsselektive, d.h. unterschiedlichen Einfallsrichtungen zuordenbare, Kanalimpulsantworten h bestimmt werden. Dieser Schritt beruht auf der Erkenntnis, daß jede vom herkömmlichen, nicht richtungsselektiven Kanalimpulsantworten $g^{(k)(ka)}$ durch Überlagerung von K_d richtungsselektiven Kanalimpulsantworten $h^{(k)(ka)}$, mit $k=1..K$ und $ka=1..K_a$ zustande kommt.

Es gilt also:

$$g^{(k)(ka)} = \sum_{kd=1}^{K_d} a^{(k)(ka)(kd)} \cdot h^{(k)(kd)}, \text{ mit } k=1..K \text{ und } ka=1..K_a. \quad (1)$$

Dabei sind $a^{(k)(ka)(kd)}$ komplexe Bewertungsfaktoren zur Überlagerung der richtungsselektiven Kanalimpulsantworten $h^{(k)(ka)}$ zu den nicht richtungsselektiven Kanalimpulsantworten $g^{(k)(ka)}$. Zum Bestimmen der richtungsselektiven Kanalimpulsantworten h können ggf. auch Kenntnisse über Einfallsrichtungen oder Korrelationsmatrizen von störenden Teilwellen ausgenutzt werden.

Die Anzahl $W \cdot K \cdot K_a$ der insgesamt zu schätzenden Parameter in $g^{(k)(ka)}$, $k=1..K$, $ka=1..K_a$, ist üblicherweise bei Mehrantennensystemen wesentlich größer als die Anzahl $W \cdot K \cdot K_d$ der insgesamt zu schätzenden Parameter in $h^{(k)(kd)}$, $k=1..K$, $kd=1..K_d$, da $K_a > K_d$. Damit kann der Rechenaufwand beim

Schätzen der Parameter nach dem erfindungsgemäßen Verfahren verringert werden.

Während des Empfangs eines kombinierten Empfangssignals e_m , das vorteilhafterweise von den Trainingssequenzen der Teilnehmersignale herrührt und die Empfangssignale $e_m^{(ka)}$, $ka=1..K_a$ der K_a Empfangssensoren enthält, hat dieses Empfangssignal e_m die Form:

$$e_m = G \cdot h + n_m \quad (2)$$

mit G als bekannter Matrix $(L \cdot K_a) \times (W \cdot K \cdot K_d)$, wobei L die Anzahl der zeitdiskreten Abtastwerte des Empfangssignals e_m und W die Länge der Kanalimpulsantworten bezeichnet. Diese Matrix G ist durch die geometrische Anordnung und die komplexen Charakteristiken der K_a Empfangssensoren, durch die gesendeten Trainingssequenzen und die K_d Einfallsrichtungen DOA gegeben. Der Vektor h enthält das zeitdiskrete Basisbandäquivalent der $K \cdot K_d$ richtungsselektiven Kanalimpulsantworten $h^{(K)(K_d)}$. n_m bezeichnet einen unbekannten $(L \cdot K_a)$ Spaltenvektor eines zeitdiskreten Störsignals.

Aus Gleichung (1) sind G und e_m bekannt, so daß die richtungsselektiven Kanalimpulsantworten h bestimmt werden können.

Während der datentragenden Abschnitte hat das kombinierte Empfangssignal e der Empfangssignale $e^{(ka)}$ der Empfangssensoren die Form:

$$e = A \cdot d + n \quad (3)$$

Wobei A eine $(M \cdot K_a) \times (N \cdot K)$ Matrix, wobei M die Anzahl der diskreten Abtastzeitpunkte des Empfangssignals und N die Anzahl der übertragenen Datensymbole pro Teilnehmer bezeichnet. n ist wiederum ein unbekannter $(M \cdot K_a)$ Spaltenvektor eines zeitdiskreten Störsignals.

In Gleichung (3) sind A - durch die K*Kd Einfallsrichtungen, die richtungsselektiven Kanalimpulsantworten h, die geometrische Anordnung und komplexe Charakteristiken der Empfangssensoren und beim Verwenden von einer CDMA-Teilnehmerseparierung durch die benutzten Teilnehmercode - und e bekannt, so daß die Daten d detektiert werden können.

In einem vierten Verfahrensschritt werden aus von den daten-
tragenden Abschnitten der K Teilnehmersignale herrührenden
Empfangssignalen e unter Verwendung der zuvor bestimmten Einfallsrichtungen DOA und der richtungsselektiven Kanalimpulsantworten h die Daten d detektiert. Bei diesem Schritt können ggf. auch Kenntnisse über Einfallsrichtungen, die Leistung, das Spektrum oder die Kovarianzmatrix von Störsignalen ausgenutzt werden.

Die Bestimmung der richtungsselektiven Kanalimpulsantworten h erfolgt vorteilhafterweise nach dem Verfahren der Gauß-Markov-Schätzung, wobei ein Schätzwert \hat{h} für die richtungsselektive Kanalimpulsantworten h aus:

$$\hat{h} = (G^T \cdot \tilde{R}_n^{-1} G)^{-1} \cdot G^T \cdot \tilde{R}_n^{-1} \cdot e_m \quad (4)$$

berechnet werden kann. \tilde{R}_n bezeichnet die Kovarianzmatrix des Störsignals n_m , welche durch die Einfallsrichtungen und relativen Leistungen der störenden Teilwellen, die Spektren der Störsignale, sowie durch die geometrische Anordnung und komplexe Strahlungscharakteristik der Empfangssensoren bestimmt ist. Dieses Verfahren entspricht der Maximum-Likelihood-Schätzung der richtungsselektiven Kanalimpulsantworten h und kann durch rekursives Auflösen von (4) aufwandsgünstig realisiert werden.

Zusammenhänge zwischen der Richtungsschätzung bzw. der Bestimmung der richtungsselektiven Kanalimpulsantworten und der Datendetektion werden wie folgt ausgenutzt. Die K Teilneh-

mersignale bestehen aus datentragenden Abschnitten und Trainingssequenzen, wobei aus den von den Trainingssequenzen der K Teilnehmersignale herrührenden Empfangssignalen die richtungsselektiven Kanalimpulsantworten bestimmt werden und die
5 Daten aus den von den datentragenden Abschnitten herrührenden Empfangssignalen detektiert werden.

Auch können zur Aufwandsverringerung die Einfallsrichtungen DOA und/oder die richtungsselektiven Kanalimpulsantworten h
10 mit einem Nachführverfahren nach einer Periode, die länger als eine funkblockbezogene Rahmenstruktur ist, erneut bestimmt werden.

FIG 4 zeigt einen richtungsselektiven Kanalschätzer JDCE, der
15 Strahlformer BF enthält, die für die Ka Empfangssignale $em^{(ka)}$ jeweils eine Gewichtung durch strahlformerindividuelle Wichtungsfaktoren w1 bis w4 bzw. w5 bis w8 und ein Aufsummieren der Signalkomponenten in einer Summiereinrichtung S zu einem Signal, für das das Signal-Rausch-Verhältnis maximiert
20 wird, vornehmen, wobei dieses Signal anschließend einem dekorrelierenden signalangepaßten Filter DMF zugeführt wird. In einer Einrichtung IC zur Interferenzauslöschung werden die Eigen- SI und Kreuzinterferenzen CI ausgeglichen und richtungsselektive Kanalimpulsantworten h gewonnen.

25 In den Strahlformern BF werden zusätzlich die Informationen über die Einfallsrichtungen DOA der Teilwellen und die Richtungen und relativen Leistungen der störenderen Teilwellen verarbeitet. Diese Richtungen beeinflussen die Wichtungsfaktoren w1 bis w4 bzw. w5 bis w8 für jeden Strahlformer BF
30 individuell. Die Strahlformer BF und die dekorrelierenden signalangepaßten Filter DMF wirken wie ein räumlich auflösendes dekorrelierendes signalangepaßtes Filter, die jeweils auf eine Teilwelle - somit $K \cdot K_d$ - angewandt werden.

35 In FIG 5 wird die Detektionseinrichtung JDD gezeigt. Diese Detektionseinrichtung JDD verarbeitet die datentragenden

Abschnitte der Empfangssignale e , wobei entsprechend der geschilderten Vorgehensweise beim richtungsselektiven Kanalschätzer JDCE ein räumlich auflösendes dekorrelierendes signalangepaßtes Filter die $K \cdot K_d$ Teilwellen der Empfangssignale e zum Maximieren des Signal-Rausch-Verhältnisses überlagert. Diese Maximierung des Signal-Rausch-Verhältnisses wird für jede Einfallsrichtung DOA eines jeden Teilnehmersignals durchgeführt, wobei die K_d Signalkomponenten der einzelnen Teilwellen eines Teilnehmersignals nach dem Maximum-Ratio-Combining-Verfahren in Summiereinrichtungen S_1 bis S_K überlagert werden.

Die Teilnehmersignale werden anschließend einer Einrichtung IC zur Interferenzauslöschung zugeführt, die die Intersymbol-
ISI und Mehrfachzugriff- (Multiple Access) Interferenzen MAI ausgleicht. Dabei werden auch die Informationen über die Teilnehmercodes c , die Einfallsrichtungen DOA, die richtungsselektiven Kanalimpulsantworten h und ggf. a-priori-Wissen über die Störer in Form von R_n verarbeitet. An einem
Ausgang der Einrichtung IC zur Interferenzauslöschung liegen die detektierten Daten d der Teilnehmersignale separiert vor. Bei der Interferenzauslöschung kommt ein sogenanntes JD (Joint Detection) Verfahren zum Einsatz.

Durch die Empfangseinrichtung wird die zeitliche Dispersion und Varianz der Empfangssignale verringert. Weiterhin können durch die räumliche Auflösung eine größere Anzahl von Mobilstationen MS in einem Funkbereich einer Basisstation BS versorgt werden bzw. der Funkbereich kann durch die Richtwirkung derart gestaltet werden, daß auch die Sendeleistungen der Mobilstationen MS deutlich verringert werden.

FIG 6 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel mit einem Szenario eines Radarsystems.

35

Ein Radarsystem umfaßt eine Sendeeinrichtung und eine Empfangseinrichtung, die über ein Koppelglied K mit einer An-

tenneinrichtung A mit Ka Empfangssensoren verbunden sind. Während einer Sendeperiode wird ein Sendesignal, das mit einer senderindividuellen Feinstruktur versehen ist, über die Antenneneinrichtung abgestrahlt. Ein Teil der abgestrahlten
5 Energie erreicht einen Flugkörper und wird dort reflektiert.

Das reflektierte Signal, im folgenden Teilnehmersignal genannt, besteht aus einer Vielzahl von Teilwellen, wobei Kd Teilwellen über verschiedene Ausbreitungswege die Antennen-
10 einrichtung A erreichen. Die Teilwellen des Teilnehmersignals werden durch Brechung, Beugung und Reflexion an Wolken oder Gebäuden zum Radarsystem zurückgeworfen und in der Empfangseinrichtung empfangen und ausgewertet.

15 FIG 7 zeigt schematisch die Empfangseinrichtung, der die Ka Empfangssensoren A zugeordnet sind. In Ka Kanalschätzern KS wird sensorbezogen eine Kanalimpulsantwort g geschätzt. Dazu wird im Radarsystem die Korrelation der bekannten senderindividuellen Feinstruktur mit dem Empfangssignal ermittelt.

20 Aus den damit bestimmten Ka Kanalimpulsantworten g, die einem Richtungsschätzer DOAS zugeführt werden, ermittelt dieser Kd Einfallsrichtungen DOA für das Teilnehmersignal. Die bei der Kanal- und Richtungsschätzung eingesetzten Verfahren entsprechen denen im ersten Ausführungsbeispiel.
25

In einem Signalkombiner SC des Radarsystem werden die Kanalimpulsantworten g und die Einfallsrichtungen DOA der Teilwellen des Teilnehmersignals dahingehend ausgewertet, daß die
30 Position - aus den Einfallsrichtungen DOA, der Signallaufzeit und der Empfangsfeldstärke der Teilwellen - und die Fluggeschwindigkeit - aus der Dopplerfrequenz bestimmt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Richtungsschätzen von Teilwellen zumindest eines Teilnehmersignals, bei dem

- 5 - einer Empfangseinrichtung eine Anzahl K_a Empfangssensoren zugeordnet ist,
- K_a Empfangssignale empfangen werden, die von mindestens einem durch eine senderindividuelle Feinstruktur geprägten Teilnehmersignal herrühren, wobei ein k -tes Teilnehmer-
- 10 signal, $k=1..K$, durch K_d , sich in ihrer Einfallsrichtung (DOA) am Empfangsort unterscheidenden Teilwellen übertragen wird,
- aus den Empfangssignalen den K_a Empfangssensoren zugeordnete Kanalimpulsantworten (g) bestimmt werden,
- 15 - aus den Kanalimpulsantworten (g) die Einfallsrichtung (DOA) von zumindest einer Teilwelle ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem

- die Kanalimpulsantworten (g) aus die senderindividuellen
- 20 Feinstrukturen bildenden Trainingssequenzen (tseq1, tseq2, ... tseqK) der Teilnehmersignale bestimmt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem

- Teilnehmersignale von mehreren Sendern (MS) oder Reflektoren
- 25 (P1, P2) sich bei der Empfangseinrichtung zu den Empfangssignalen überlagernd eintreffen, wobei diese Signale gleichzeitig in einem Frequenzkanal übertragen werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem

- 30 zum Ermitteln der Einfallsrichtung (DOA) der Teilwellen zusätzlich Informationen zumindest über eine der folgenden Werte: Einfallsrichtung (DOAs), Leistung, Spektrum oder eine Korrelationsmatrix von Störsignalen berücksichtigt werden.

- 35 5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, bei dem die Teilnehmersignale durch eine Entspreizung mit individuellen Teilnehmercodes (tc1, tc2, .. tcK) separierbar sind.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zum Ermitteln der Einfallsrichtung (DOA) hochauflösende Richtungsschätzverfahren angewandt werden.

5

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem zum Ermitteln der Einfallsrichtung (DOA) ein MUSIC-Verfahren angewandt wird.

10

8. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem zum Ermitteln der Einfallsrichtung (DOA) ein eindimensionales oder mehrdimensionales UNITARY-ESPRIT-Verfahren angewandt wird.

15

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zum Bestimmen der Einfallsrichtungen (DOA) der Teilwellen eine Mittelung der bestimmten Werte über ein Zeitintervall erfolgt.

20

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zur Anwendung in einem Mobilfunksystem.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zur Anwendung in einem Radar- bzw. Sonarsystem.

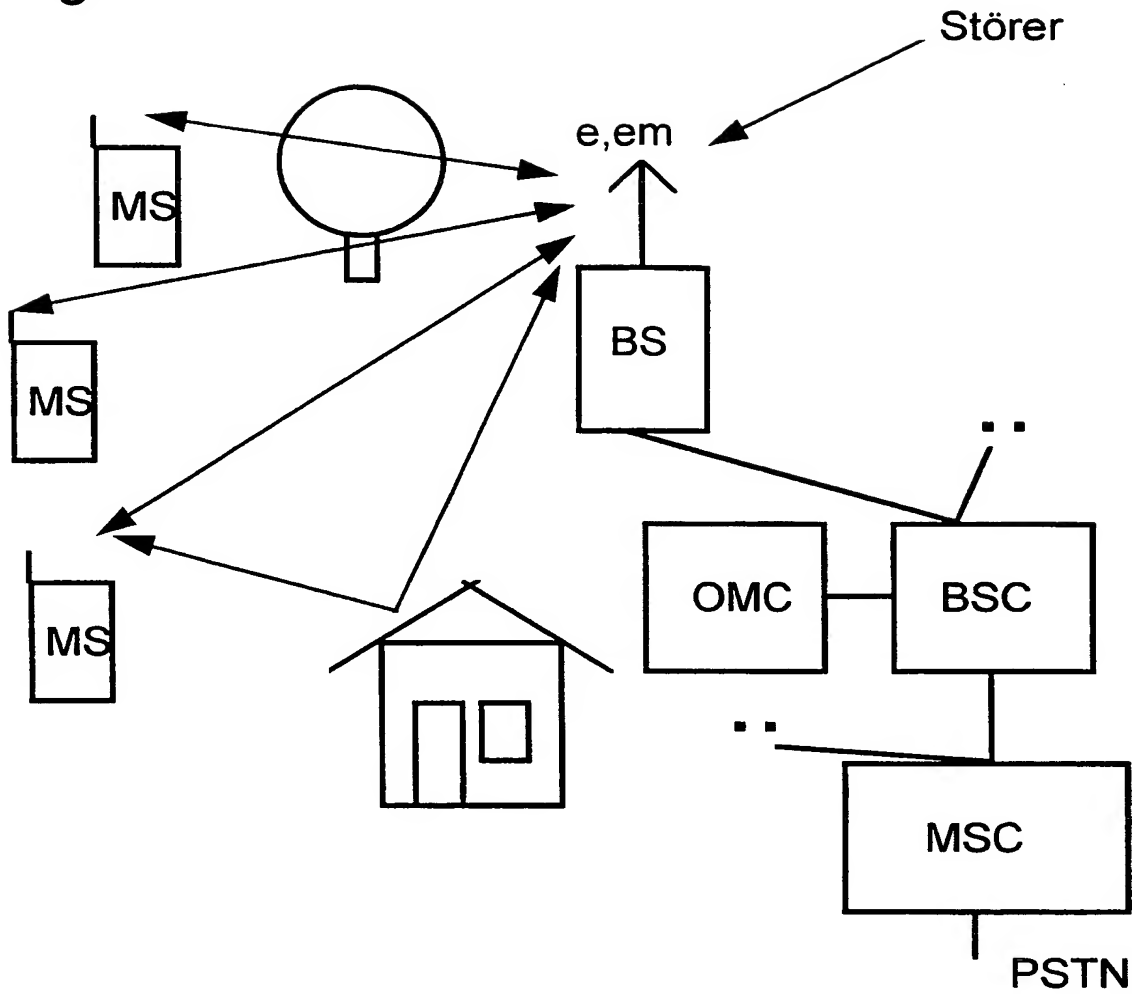
25

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zur Anwendung in einem seismischen Meßsystem.

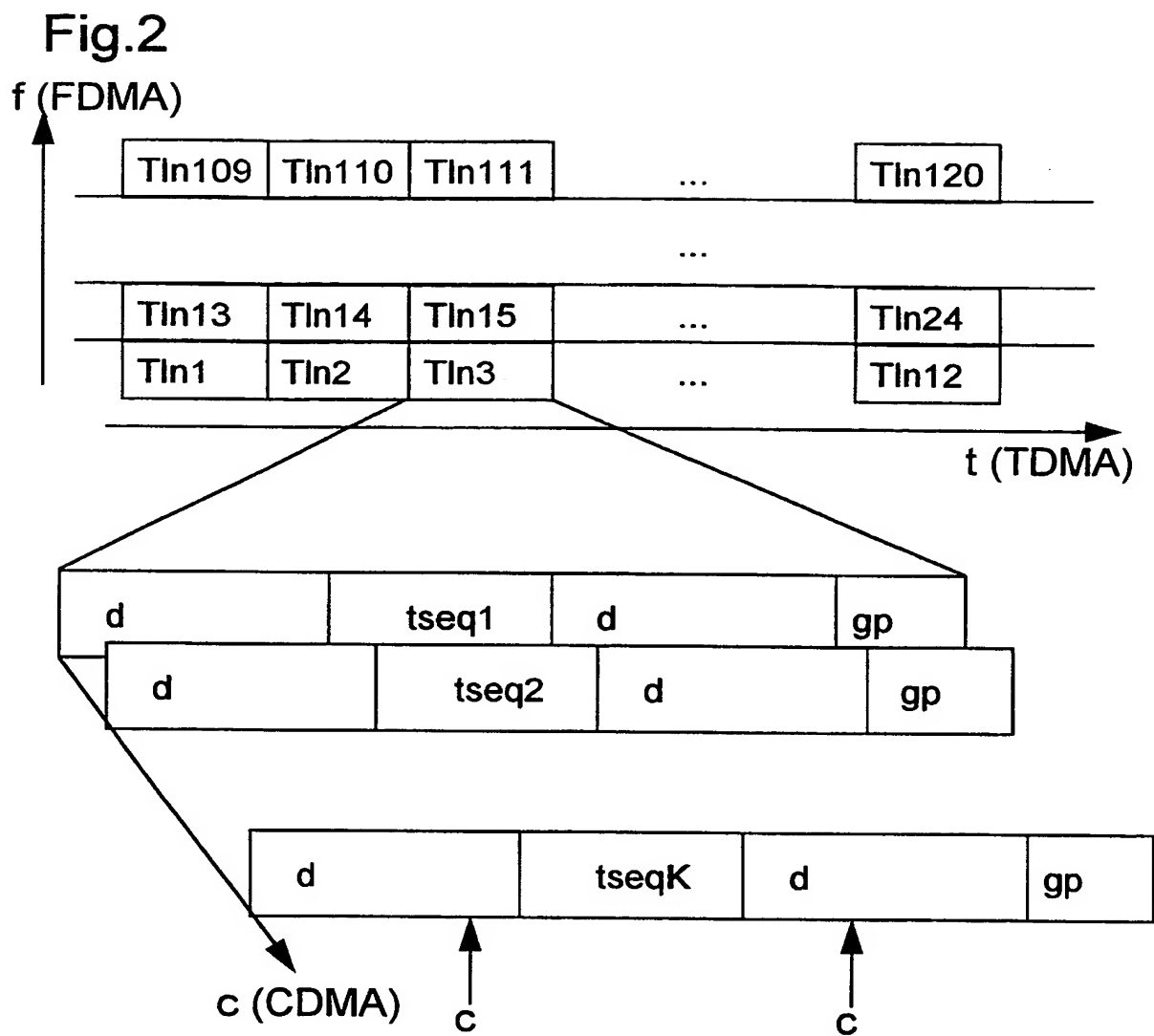
30

35

Fig.1

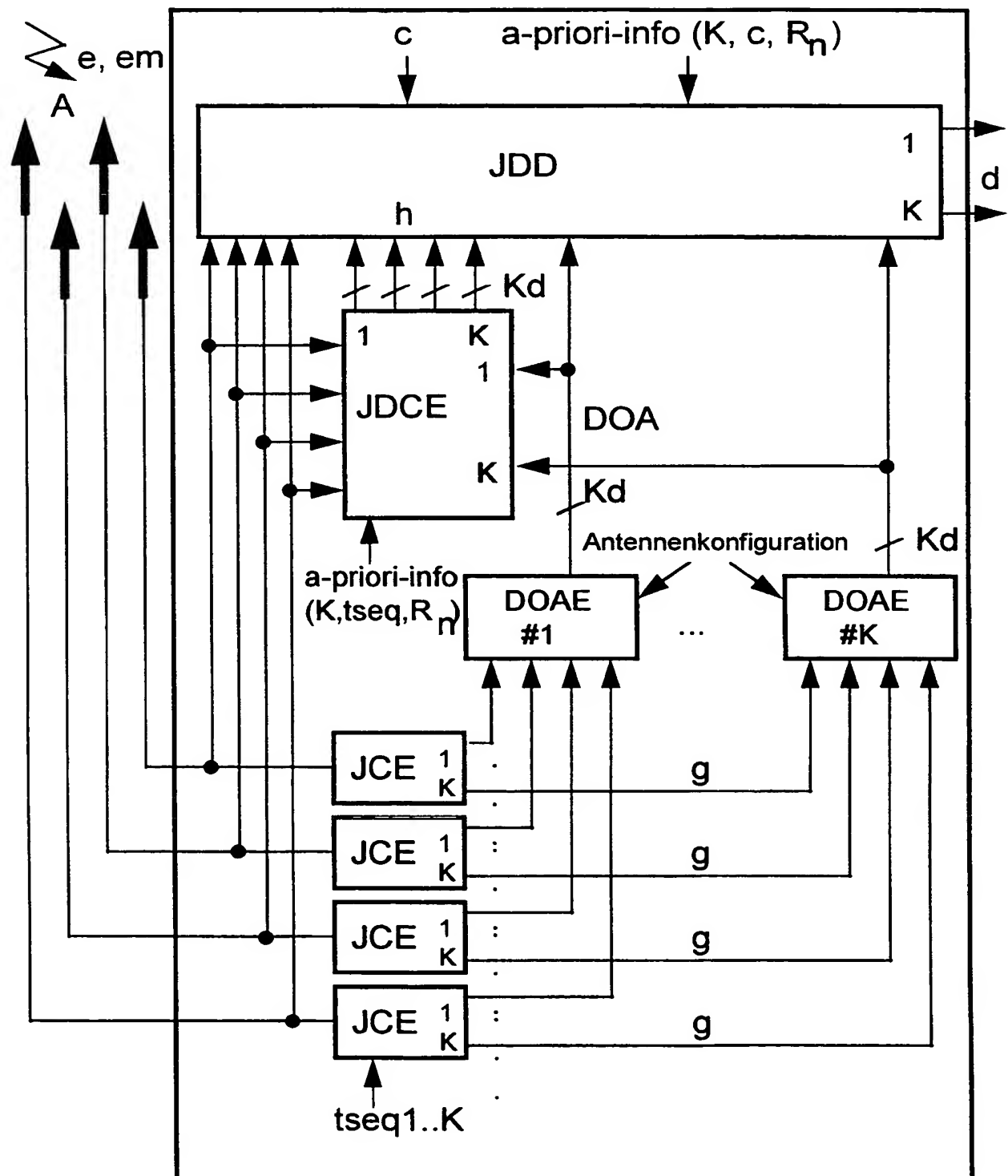


2/7



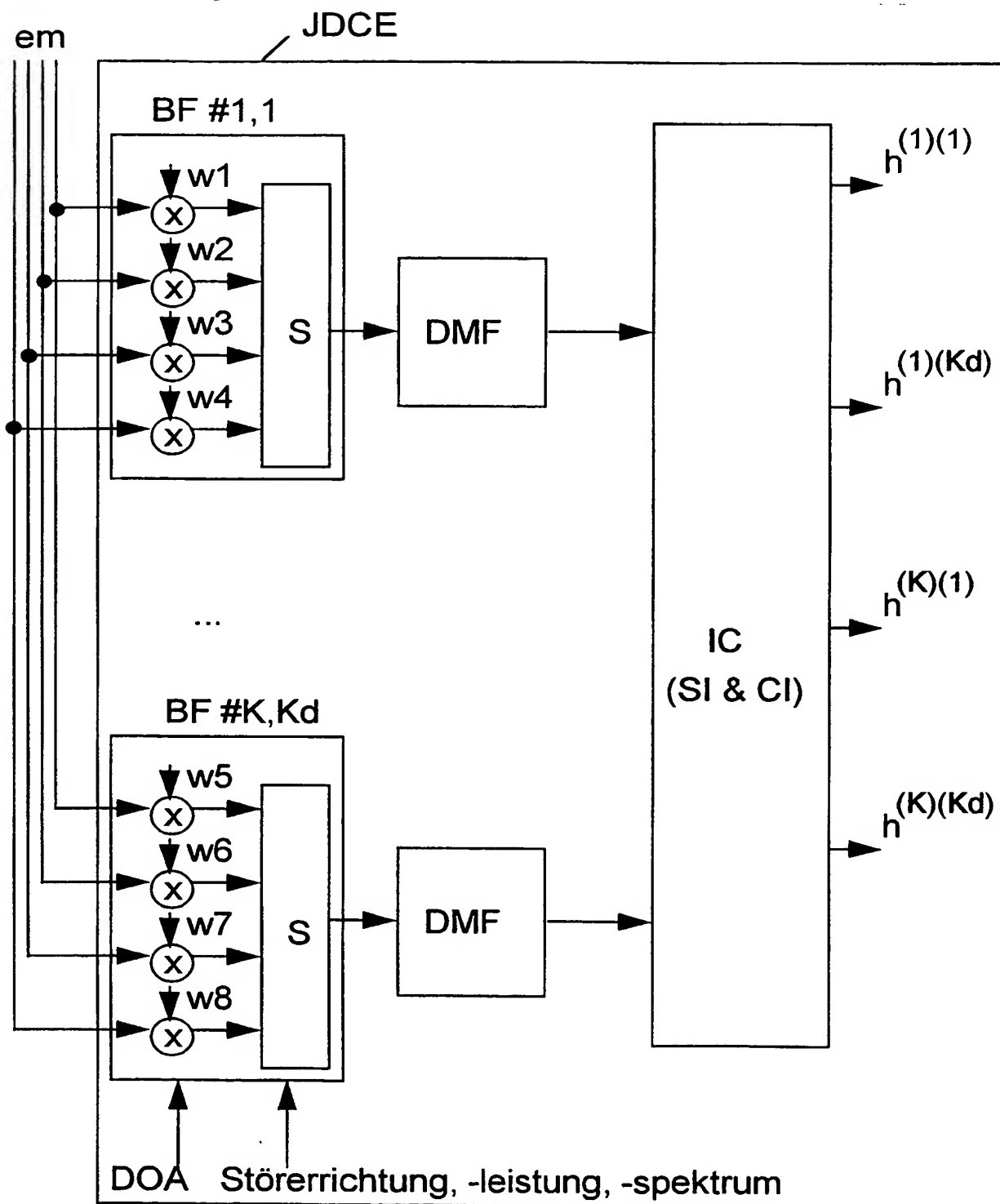
3/7

Fig.3



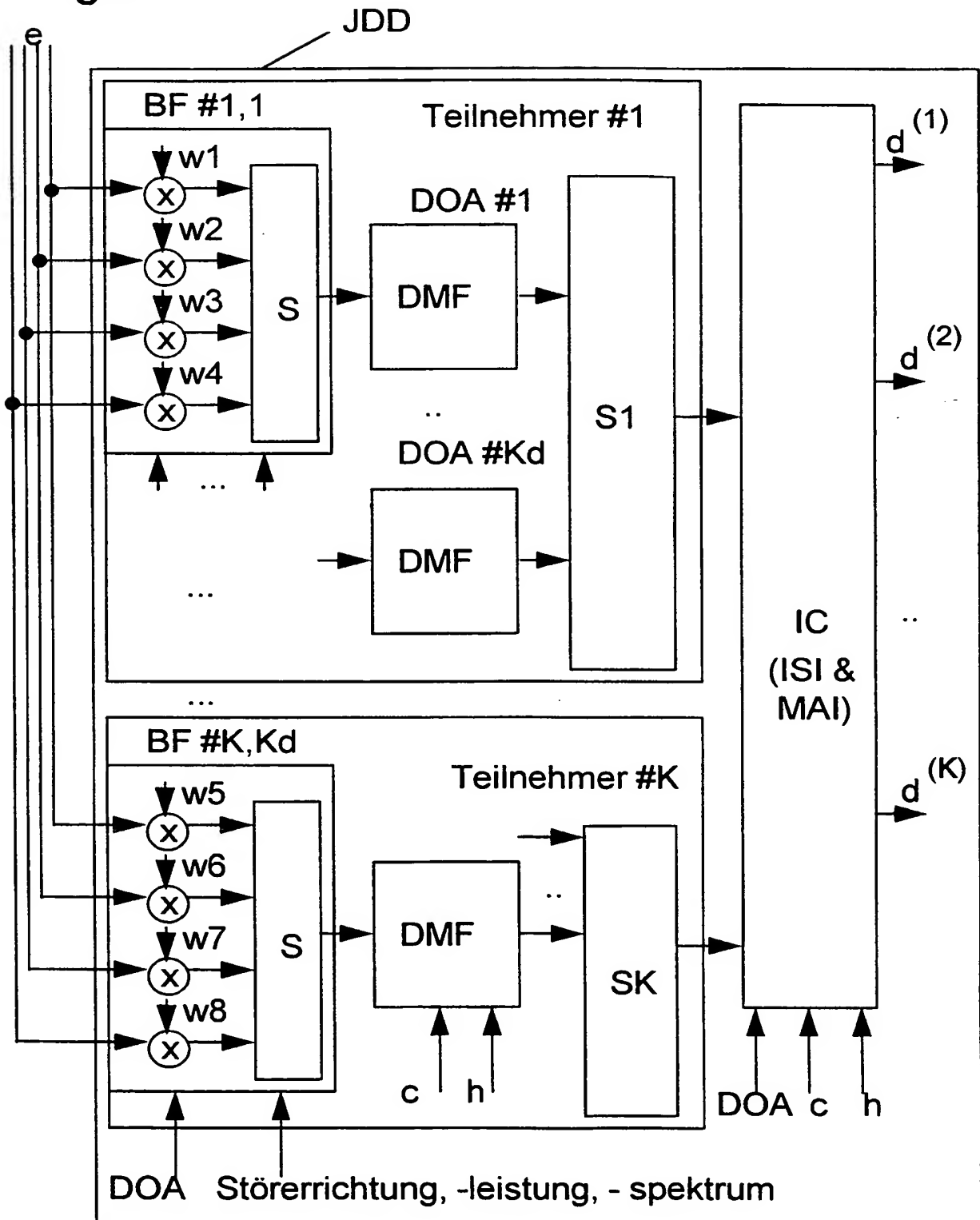
4/7

Fig.4



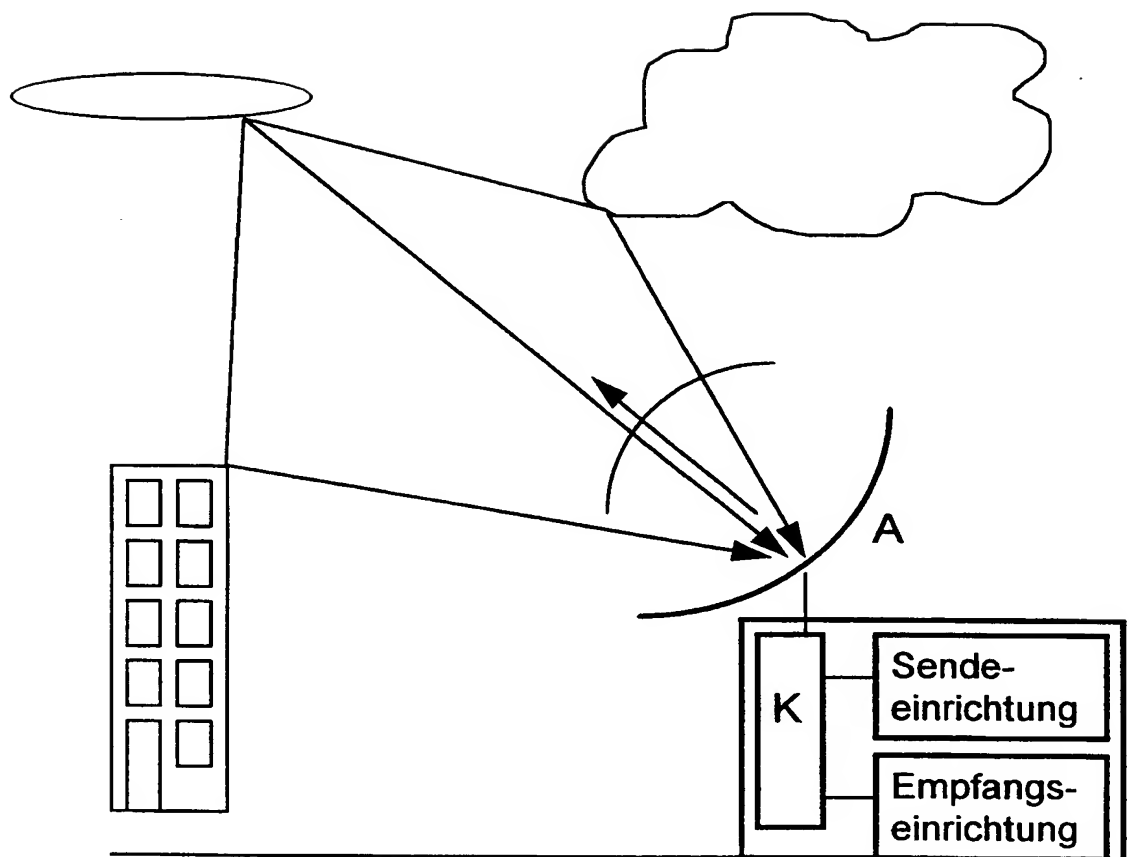
5/7

Fig.5



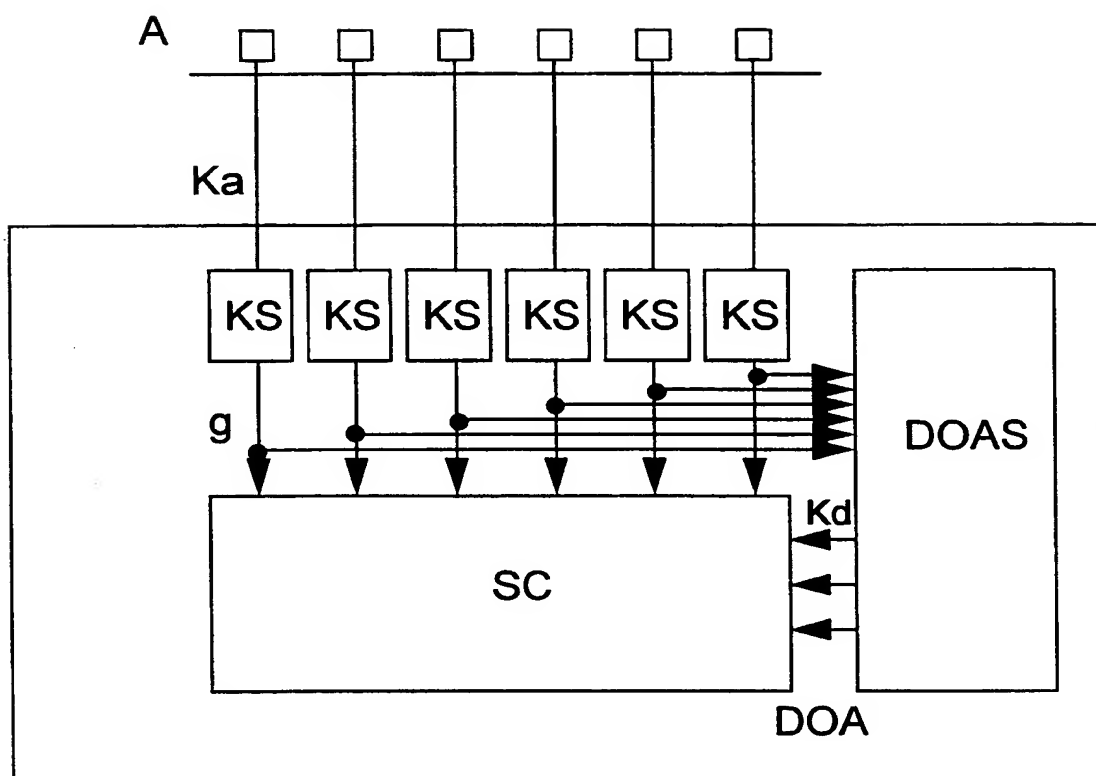
6/7

Fig.6



7/7

Fig.7





PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

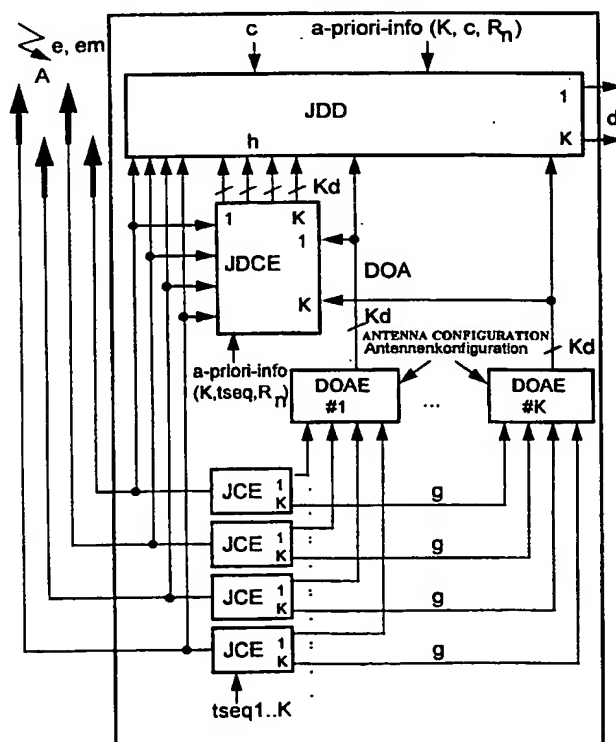
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G01S 3/04, 3/38	A3	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/43106 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 1. Oktober 1998 (01.10.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00878 (22) Internationales Anmeldedatum: 25. März 1998 (25.03.98) (30) Prioritätsdaten: 197 12 549.2 25. März 1997 (25.03.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BAIER, Paul, Walter [DE/DE]; Burgunderstrasse 6, D-67661 Kaiserslautern (DE). BLANZ, Josef [DE/DE]; Hörnchenstrasse 28, D-66862 Kindsbach (DE). HAARDT, Martin [DE/DE]; Wengleinstrasse 3, D-81477 München (DE). SCHMALEN- BERGER, Ralph [DE/DE]; Kantstrasse 66, D-67653 Kaiserslautern (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, CN, ID, JP, KR, MX, RU, SG, TR, US, VN, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. (88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenbe- richts: 23. Dezember 1998 (23.12.98)	

(54) Title: METHOD FOR EVALUATING DIRECTION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM RICHTUNGSSCHÄTZEN

(57) Abstract

The invention relates to a method for evaluating the direction of partial waves of at least one subscriber signal, wherein a plurality K_a receiver sensors are allocated to a receiver. K_a receive signals are picked up by the receiver sensors. Said signals are made up by at least a subscriber signal characterized by fine structure for each individual transmitter, wherein a k subscriber signal ($k=1..K$) is transmitted by partial waves with differing directions at the receiving point. Channel pulse responses allocated to the K_a receiver sensors are determined from the receive signals, and the direction of incidence of at least one partial wave is determined from the channel pulse responses. The inventive method can be used to advantageous effect in mobile telephone, radar, sonar or seismic measuring systems.



(57) Zusammenfassung

Für das erfindungsgemäße Verfahren zum Richtungsschätzen von Teilwellen zumindest eines Teilnehmersignals ist einer Empfangseinrichtung eine Anzahl Ka Empfangssensoren zugeordnet. Über die Empfangssensoren werden Ka Empfangssignale empfangen, die sich aus mindestens einem durch eine senderindividuelle Feinstruktur geprägten Teilnehmersignal zusammensetzen, wobei ein k-tes Teilnehmersignal, $k=1..K$, durch K_d sich in ihrer Einfallsrichtung am Empfangsort unterscheidenden Teilwellen übertragen wird. Aus den Empfangssignalen werden den Ka Empfangssensoren zugeordnete Kanalimpulsantworten bestimmt und aus den Kanalimpulsantworten die Einfallsrichtung von zumindest einer Teilwelle ermittelt. Das Verfahren kann vorteilhafterweise in Mobilfunk-, Radar-, Sonar- oder seismischen Meßsystem eingesetzt werden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter Application No
PCT/DE 98/00878A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G01S3/04 G01S3/38

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 95 09490 A (ERICSSON TELEFON AB L M) 6 April 1995	1,3,4,6, 7,9,10
Y	see page 5, line 4 - line 24 see page 7, line 8 - line 32; figure 1 ---	2,5,8, 11,12
Y	EP 0 701 334 A (NOKIA MOBILE PHONES LTD) 13 March 1996 see claim 1 ---	2
Y	DE 195 11 752 A (SIEMENS AG) 10 October 1996 cited in the application see page 2, line 35 - line 43 see page 3, line 16 - line 33 see page 8, line 9 - line 12 --- -/--	5,8,11, 12

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 September 1998

Date of mailing of the international search report

21/09/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Haffner, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/00878

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>WO 96 37974 A (NOKIA TELECOMMUNICATIONS OY ;KESKITALO ILKKA (FI); MUSZYNSKI PETER) 28 November 1996 see page 1, line 4 - line 28 -----</p>	1,3-6,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter-Application No

PCT/DE 98/00878

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9509490 A	06-04-1995	AU 677717 B	01-05-1997
		AU 7793594 A	18-04-1995
		CN 1116024 A	31-01-1996
		EP 0671085 A	13-09-1995
		FI 952582 A	26-05-1995
		JP 8508865 T	17-09-1996
		SG 49352 A	18-05-1998
		US 5615409 A	25-03-1997
EP 0701334 A	13-03-1996	FI 943803 A	19-02-1996
DE 19511752 A	10-10-1996	WO 9630777 A	03-10-1996
		EP 0817976 A	14-01-1998
		JP 10505912 T	09-06-1998
WO 9637974 A	28-11-1996	FI 952531 A	25-11-1996
		AU 5696096 A	11-12-1996
		CN 1185250 A	17-06-1998
		NO 975355 A	21-11-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00878

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G01S3/04 G01S3/38

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 95 09490 A (ERICSSON TELEFON AB L M) 6. April 1995	1,3,4,6, 7,9,10
Y	siehe Seite 5, Zeile 4 - Zeile 24 siehe Seite 7, Zeile 8 - Zeile 32; Abbildung 1	2,5,8, 11,12
Y	EP 0 701 334 A (NOKIA MOBILE PHONES LTD) 13. März 1996 siehe Anspruch 1	2
Y	DE 195 11 752 A (SIEMENS AG) 10. Oktober 1996 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 2, Zeile 35 - Zeile 43 siehe Seite 3, Zeile 16 - Zeile 33 siehe Seite 8, Zeile 9 - Zeile 12	5,8,11, 12

-/--

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. September 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/09/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Haffner, R

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 96 37974 A (NOKIA TELECOMMUNICATIONS OY ;KESKITALO ILKKA (FI); MUSZYNSKI PETER) 28. November 1996 siehe Seite 1, Zeile 4 - Zeile 28 -----	1,3-6,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00878

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9509490 A	06-04-1995	AU 677717 B	01-05-1997
		AU 7793594 A	18-04-1995
		CN 1116024 A	31-01-1996
		EP 0671085 A	13-09-1995
		FI 952582 A	26-05-1995
		JP 8508865 T	17-09-1996
		SG 49352 A	18-05-1998
		US 5615409 A	25-03-1997
EP 0701334 A	13-03-1996	FI 943803 A	19-02-1996
DE 19511752 A	10-10-1996	WO 9630777 A	03-10-1996
		EP 0817976 A	14-01-1998
		JP 10505912 T	09-06-1998
WO 9637974 A	28-11-1996	FI 952531 A	25-11-1996
		AU 5696096 A	11-12-1996
		CN 1185250 A	17-06-1998
		NO 975355 A	21-11-1997